

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Повышение активности фотокатализаторов на основе ZnO, обработанных в плазме высокочастотного разряда / Н. А. Савастенко [и др.] // Журнал прикладной спектроскопии. – 2016. – Т. 83, № 5. – С. 715–723.
2. PC1D Version 5: 32-bit solar cell modeling on personal computers / D.A. Clugston[and al.] // Proc. 26th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Anaheim, 1997 - pp. 207–210.
3. Изучение фотокаталитических и сенсорных свойств нанокompозитных слоев ZnO/SiO₂ / А.С. Божинова [и др.] // Физика и техника полупроводников. – 2013. – Т. 47, вып. 12. – С. 73–79.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОПТИЧЕСКУЮ ПЛОТНОСТЬ ВОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМУЮ В ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

В. В. Лукьяница

*УО Белорусский государственный медицинский университет,
кафедра физики, 220116, Минск, пр. Дзержинского, 83. Беларусь
e-mail: Lukyan.1952@mail.ru*

Установлено, что наблюдаемые на эксперименте изменения оптической плотности (D) дистиллированной воды чувствительны к дозе (времени) воздействия переменного магнитного поля (МП) и длине волны диагностирующего света (300 нм–700 нм). Эти дозовые и спектральные зависимости изменений D имеют немонотонный характер и интерпретированы изменением структуры воды при образовании и перестройках молекулярных кластеров под действием МП.

Ключевые слова: вода; переменное магнитное поле; взаимодействие; дозовые и спектральные зависимости оптической плотности воды.

THE INFLUENCE OF ALTERNATING MAGNETIC FIELD ON THE OPTICAL DENSITY OF THE WATER, WHICH IS USING IN MICROELECTRONICS TECHNOLOGY

V. V. Lukyanitsa

*Belarusian state medical University, Department of physics,
220116, Minsk, Dzerzhinsky Ave., 83. Belarus,
Corresponding author: V. V. Lukyanitsa (Lukyan.1952@mail.ru)*

It was found that the observed changes in the optical density (D) of distilled water are sensitive to the dose (time) of the alternating magnetic field (MF) and the wavelength of the diagnostic light (300 nm–700 nm). The non-monotonic dose and spectral dependences of D changes are interpreted by changes in the structure of water during the formation and rearrangement of molecular clusters under the action of MF.

Key words: water; alternating magnetic field; interaction; dose and spectral dependences of optical density of water.

ВВЕДЕНИЕ

Магнитные поля нашли широкое применение в различных отраслях техники и технологии. В частности, они используются для очистки и смягчения водопроводной воды, что резко снижает накипь в котлах и трубах. Имеются так же сведения о влиянии времени воздействия переменного магнитного поля на растворяющие свойства воды. Кроме того, от величины магнитного поля зависят такие свойства воды как поверхностное натяжение, вязкость и электропроводность [1].

В свою очередь вода используется в микро- и нанoeлектронике в качестве одного из основных технологических материалов. По мере уменьшения структурных размеров изделий микроэлектроники возрастают требования к физико-химическим свойствам и структуре самой воды. В работе [2] показано, что под действием электромагнитных полей различных частот по-разному изменяется и структура воды с образованием молекулярных кластеров различного вида и размеров. При этом было отмечено, что изменения структуры воды под действием лазерного излучения сопровождается изменением ее оптической плотности.

С учетом этого предлагается «отслеживать» структурные изменения воды посредством измерения ее оптической плотности.

Ранее нами было установлено [3], что даже слабое постоянное магнитное поле оказывает влияние на оптическую плотность воды. Представляется актуальным проведение исследований по влиянию переменного магнитного поля на D , которая, как отмечалось, является своеобразным индикатором структурных изменений воды.

В связи с вышесказанным целью данной работы является исследование изменений оптической плотности воды под действием переменного магнитного поля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования была дистиллированная вода, которая помещалась в чашку Петри диаметром 30 мм и глубиной 7 мм. На нее воздействовали переменным магнитным полем с индукцией 300 мТ и частотой 50 Гц в течение различных интервалов времени (от 0,5 мин. до 5 мин.). Площадь рабочей поверхности магнита составляла $100 \times 80 \text{ мм}^2$, что позволяло полностью перекрыть размеры чашки Петри с водой однородным магнитным полем.

Измерения оптической плотности (D) воды выполнены на спектрофотометре РМ 2111 Solar на семи длинах волн из интервала 300–700 нм. Для повышения точности и достоверности получаемых результатов измерения D проводились по пять раз в каждой точке (на каждой длине волны с последующим усреднением).

Анализировались спектральные и дозовые (временные) зависимости изменения оптической плотности $\Delta D = D - D_0$, представляющих собой разность оптических плотностей в обработанных МП (D) и исходных (D_0) образцах воды.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке представлены результаты по изменениям оптической плотности воды в зависимости от длины волны при различных дозах (времени) воздействия МП.

Из анализа данных рисунка следует, что изменения оптической плотности ΔD , вызванные воздействием магнитного поля на воду, сложным образом зависят от длины волны диагностирующего света и дозы (времени) воздействия МП. Наблю-

даемые немонотонные дозовые зависимости ΔD свидетельствуют о происходящих под действием МП структурных перестройках воды в целом, а не отдельных ее молекул. Обращает на себя внимание также то, что ΔD в основном имеет отрицательные значения ($\Delta D < 0$). Это означает, что имеет место «просветление» воды ($D < D_0$) за счет коллективного поведения молекул воды в МП, т.е. структура воды «улучшается».

Различный характер немонотонных изменений ΔD на различных длинах волн указывает на то, что молекулы воды объединены между собой сложной системой связей, характерных для молекулярных кластеров.

Как видно из рисунка, наибольшие изменения ΔD происходят на длинах волн 405 нм и 570 нм. Из детального анализа временных зависимостей ΔD на этих длинах волн следует, что эти зависимости имеют плавный немонотонный характер с минимумами, приходящимися на время воздействия МП, равное четырем минутам. Причем наблюдаемый на длине волны 570 нм минимум ΔD более глубокий ($\Delta D = -28$ мБ), чем минимум, наблюдаемый на длине волны 405 нм ($\Delta D = -6$ мБ). В последнем случае наблюдается еще один такой же минимум ($\Delta D = -6$ мБ), соответствующий времени воздействия МП в одну минуту. При этом, максимальный результат воздействия переменного МП на воду имеет место при временах такого воздействия около четырех минут.

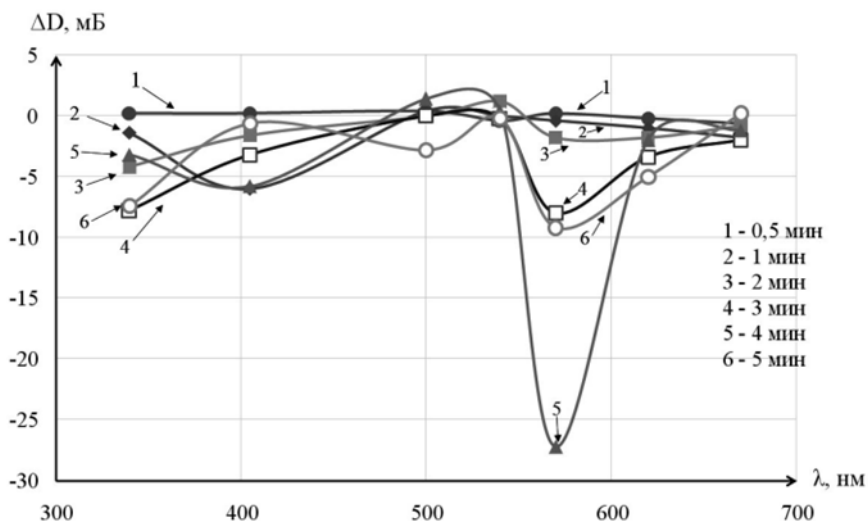


Рисунок – Изменения оптической плотности ΔD в зависимости от длины волны и времени воздействия МП

Немонотонность и корреляция хода этих зависимостей с течением времени воздействия МП на воду указывают на наличие внутри кластерных перестроек молекул воды.

Представляет интерес сравнить результаты воздействия на воду постоянного и переменного магнитных полей. Для этого проводилось сопоставление спектральных зависимостей ΔD , измеренные после воздействия на дистиллированную воду этих

полей в течение одного и того же времени (5 мин.). Магнитная индукция переменного МП, как уже отмечалось, составляет 300 мТ, а постоянного МП – 40 мТ.

В обоих случаях на всех длинах волн ΔD имеет отрицательные значения, т.е. под действием как постоянного, так и переменного МП происходит просветление воды. При этом эти зависимости близки друг к другу как по ходу, так и по величине ΔD .

Учитывая факт увеличения степени воздействия МП на воду с ростом его индукции [1, 3] и принимая во внимание более чем семикратное превышение индукции переменного МП над индукцией постоянного МП, с одной стороны, а также близость (подобие) по характеру и величине спектральных зависимостей ΔD , с другой стороны, можно заключить, что постоянное МП действует на воду более эффективно, чем переменное МП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены и проанализированы немонотонные спектральные и дозовые (временные) зависимости изменений оптической плотности дистиллированной воды под действием переменного МП. В результате сравнительного анализа спектральных зависимостей ΔD , полученных порознь для постоянного и переменного МП, установлено, что постоянное МП более эффективно воздействует на воду, чем переменное МП. При этом в обоих случаях происходит небольшое просветление воды на всех длинах волн (300–700 нм) диагностирующего света.

Наблюдаемые немонотонные изменения оптической плотности воды интерпретированы как следствие структурных изменений воды, вызванных воздействием МП. По нашему мнению, под действием МП в воде происходят образование молекулярных кластеров и их перестройки с ростом времени воздействия МП. На наш взгляд, в перспективе с помощью МП можно будет изменять структуру воды, а значит, и ее физико-химические свойства в технологических целях. А образующиеся при этом молекулярные кластеры могут использоваться в качестве транспортной системы в технологии микро- и нанoeлектроники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа / А.С. Пресман -М.: Наука, 1968.– 288 с.
2. Влияние электромагнитных излучений различных частотных диапазонов на структуру воды-одного из основных технологических материалов микро и нанoeлектроники /В.В. Лукьяница// Материалы и структуры современной электроники: сборник научных трудов VII Международной научной конференции, посвященной 50-летию кафедры физики полупроводников и нанoeлектроники. Минск 12–13 октября.- Минск: Изд. центр БГУ, 2016г.-С.76-78.
3. Изменение оптической плотности воды под действием магнитного поля / В.В. Лукьяница // IV Конгресс физиков Беларуси: сборник научных трудов конгресса физиков Беларуси. 20–23 ноября 2017.–Минск.–С.200–201.